



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
CAMPUS MACAPÁ

ISABELA EMILY GUIMARÃES ROMANY
MATEUS NATIVIDADE PEREIRA
NILSON BORGES CORREA LUZ JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO TUCUPI COMERCIALIZADO EM FEIRAS LIVRES
DA CIDADE DE MACAPÁ-AP**

MACAPÁ-AP

2024

ISABELA EMILY GUIMARÃES ROMANY
MATEUS NATIVIDADE PEREIRA
NILSON BORGES CORREA LUZ JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO TUCUPI COMERCIALIZADO EM FEIRAS LIVRES
DA CIDADE DE MACAPÁ-AP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
coordenação do curso Tecnologia em Alimentos
como requisito avaliativo para obtenção do título de
tecnólogo em alimentos

Orientadora: Ma. Luana Fagundes Teixeira

Coorientadora: Ma. Lauana Natasha da Gama
Pantoja

MACAPÁ-AP

2024

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

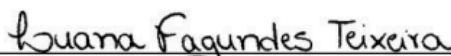
- R761a Romany, Isabela Emily Guimarães
Avaliação da qualidade do tucupi / Isabela Emily Guimarães Romany,
Mateus Pereira Natividade, Nilson Borges Correa Luz Junior. - , 2024.
43 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de
Tecnologia em Alimentos, 2024.
- Orientadora: Ma Luana Fagundes Teixeira.
Coorientadora: Ma Lauana Natasha da Gama Pantoja.
1. análise físico química. 2. análise microbiológica. I. Natividade, Mateus
Pereira . II. Luz Junior, Nilson Borges Correa . I. Teixeira, Ma Luana
Fagundes , orient. II. Pantoja, Ma Lauana Natasha da Gama, coorient. III.
Título.

ISABELA EMILY GUIMARÃES ROMANY
MATEUS NATIVIDADE PEREIRA
NILSON BORGES CORREA LUZ JUNIOR

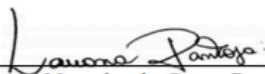
**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO TUCUPI COMERCIALIZADO EM FEIRAS LIVRES
DA CIDADE DE MACAPÁ-AP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso Tecnologia em Alimentos como requisito avaliativo para obtenção do título de tecnólogo em alimentos.

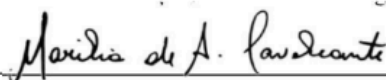
BANCA EXAMINADORA



Prof. Ma. Luana Fagundes Teixeira (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá



Profa. Ma. Lauana Natasha da Gama Pantoja (Coorientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá



Profa. Dra. Marília de Almeida Cavalcante
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Apresentado em: 20 / 02 / 2024.

Conceito/Nota: 100.

RESUMO

O presente estudo aborda a análise e produção do tucupi, um componente essencial na culinária amazônica, com base na mandioca. A pesquisa destaca sobre a relevância da qualidade do tucupi na região norte do Brasil, ressaltando sua origem indígena e papel fundamental na dieta alimentar. A metodologia incluiu a coleta de amostras em diferentes feiras livres da cidade de Macapá-AP, onde foram realizadas as seguintes análises físico-química: cinzas, umidade, pH, acidez titulável, sólidos totais e cor. Quanto às análises microbiológicas, foram realizadas as seguintes análises: coliformes totais e bolores e leveduras. Quando submetidas a análise de variância (ANOVA) e ao Teste de Tukey, os resultados indicaram variações significativas nas características das amostras, como teor de cinzas, umidade, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e cor. A presença elevada de bolores e leveduras indicou contaminação, apontando para a necessidade de ser realizado um maior controle higiênico-sanitário durante o processamento e distribuição do tucupi. A falta de padronização na produção foi evidenciada, impactando na qualidade e segurança do produto. Conclui-se que a implementação de fiscalizações é crucial para assegurar a conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação, garantindo um tucupi seguro e saudável para o consumo.

Palavras-chave: manipueira; análises físico-químicas; análises microbiológicas; mandioca.

ABSTRACT

The present study addresses the analysis and production of tucupi, an essential component of Amazonian cuisine, based on cassava. The research highlights the relevance of quality of tucupi in the Northern region of Brazil, highlighting its indigenous origin and fundamental role in food. The methodology included collecting samples from different street markets from the city of Macapá-AP, where the following physical-chemical analyzes were carried out: ash, humidity, pH, titratable acidity, total solids and color. Regarding microbiological analyzes, the following analyzes were carried out: total coliforms and molds and yeasts. When subjected to analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test, the results revealed significant variations in sample characteristics, such as ash content, moisture, pH, titratable acidity, soluble solids and color. The high presence of molds and yeasts indicated contamination, pointing to the need for greater hygienic-sanitary control during the processing and distribution of tucupi. The lack of standardization in production was evident, impacting the quality and safety of the product. It is concluded that the implementation of inspections is essential to ensure compliance with the standards established by legislation, guaranteeing safe and healthy tucupi for consumption.

Keywords: manipueira; physicochemical analysis; microbiological analysis; cassava.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de etapas de produção do tucupi	15
Figura 2 - Fluxograma de realização das atividades laboratoriais	22
Figura 3 - Obtenção das amostras	23

LISTA DE SIGLAS

ADEPARÁ	Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará
ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
IAL	Instituto Adolf Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFAP	Instituto Federal do Amapá
IN	Instrução Normativa
LSPA	Levantamento Sistemático da Produção
OMS	Organização Mundial da Saúde
ZC	Zona Central
ZN	Zona Norte
ZS	Zona Sul

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físico-químicas do tucupi	21
Tabela 2 - Características microbiológicas do tucupi	21
Tabela 3 - Resultados das análises de cinzas, umidade, pH, acidez titulável e brix	26
Tabela 4 - Resultado da análise de cor	29
Tabela 5 - Resultado das análises de coliformes totais e bolores e leveduras	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVO.....	11
2.1	Objetivo Geral.....	11
2.2	Objetivo específico.....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1	Origem do tucupi.....	12
3.2	Processo de obtenção do tucupi.....	13
3.3	Características e composição do tucupi.....	14
3.4	Importância do tucupi na culinária amazônica.....	16
3.5	Legislação e padronização.....	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1	Obtenção do tucupi.....	21
4.2	Análises físico-químicas do Tucupi.....	23
4.3	Análises microbiológicas.....	23
4.4	Análise estatística.....	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5.1	Análises físico-químicas.....	25
5.2	Análise Microbiológica.....	29
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32
	ANEXOS.....	37
	ANEXO 1 - ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	38
	ANEXO 2 - ANÁLISES DE VARIÂNCIA (ANOVA).....	41

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), também conhecida popularmente como macaxeira e aipim, é originada da América do Sul, mais especificamente da Amazônia. Segundo a Embrapa (2023), é um alimento altamente energético e nutritivo, especificamente aos países em desenvolvimento, tornando-se um grande aliado à segurança alimentar e ao combate à fome. Hoje cultivada em todo território brasileiro, é encontrada principalmente como farinha de mandioca. Além disso, a raiz também é usada para fazer o tucupi, um caldo exótico de origem indígena muito apreciado na Região Norte do Brasil (RAIOL, 2021).

O tucupi, sendo um subproduto da mandioca, é o resultado da produção da farinha da raiz. Logo após a mandioca ser ralada e prensada, é excretado um líquido amarelado e ligeiramente ácido chamado manipueira, que posteriormente passa por um processo de fermentação em condições ambientais por no mínimo 24 horas, seguido do cozimento para reduzir os níveis de ácido cianídrico e assim se torna o tucupi (BRITO *et al.*, 2019).

Conforme a Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ), o tucupi deve apresentar sabor levemente ácido, a sua coloração deve ir do amarelo claro ao amarelo brilhante, o teor de cinzas deve ser inferior a 3,912g/L, a acidez titulável deve variar entre 0,1 e 0,8, o valor de pH deve estar entre 3,5 e 4,3 e, quanto aos sólidos totais, devem variar entre 2,5g e 6,5g. Por ser um produto constituído basicamente por água, o tucupi tem alto teor de umidade, baixo teor de lipídios e por causa de sua acidez, há dificuldade de crescimentos de bactérias patogênicas (LIMA, 2023).

Embora uma iguaria muito apreciada, o tucupi necessita de um processamento minucioso. Antes de se tornar tucupi, estudos comprovam que há altos teores de compostos tóxicos na manipueira, como o ácido oxálico e cianeto de hidrogênio (HCN), estes muito prejudiciais à saúde humana (CARESTO; FLORINDO, 2023). Além disto, a manipulação inadequada da mandioca para a produção do tucupi também pode ser um alto fator de contaminação do produto final. Por ser um alimento muito comercializado e consumido, necessita-se de estudos e dados mais fundamentados sobre o tucupi (RAIOL, 2021; POMPEU, 2022; NUNES *et al.*, 2023).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do tucupi comercializado em feiras livres da cidade de Macapá-AP.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade do tucupi comercializado em feiras livres da cidade de Macapá-AP através de análises físico-químicas e microbiológicas.

2.2 Objetivo específico

- Caracterização físico-química das amostras de tucupi;
- Caracterização microbiológicas das amostras de tucupi;
- Avaliar a qualidade das amostras de tucupi.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem do tucupi

A origem do tucupi é baseada em tradições indígenas da região amazônica na qual a mandioca-brava exerce a função de matéria-prima tem sido cultivada e processada há séculos e também é conhecida como aipim ou macaxeira em algumas regiões do Brasil. Ocupa um papel fundamental na dieta alimentar dos povos indígenas da Amazônia, o seu processamento engloba a extração do suco da raiz ralada, seguida de um processo de decantação e fervura para neutralizar o ácido cianídrico presente na planta, onde o mesmo acaba sendo prejudicial à saúde. Essa técnica tradicional é transmitida por gerações resultando na produção do tucupi, que se tornou um componente essencial na culinária amazônica (RAIOL, 2021).

Como de costume, os indígenas produziam bebidas e alimentos a partir de frutas, plantas e/ou raízes. Hábitos estes que eram vistos como anti-higiênicos, por usarem até mesmo a própria saliva como fonte de microrganismos para a fermentação de algumas dessas preparações, visando que a saliva contém uma enzima chamada ptialina, responsável pela hidrólise do amido, presente em grande quantidade na mandioca (SILVA *et al.*, 2023).

De acordo com a Conab (2023) a produção brasileira de raiz de mandioca no ano de 2023, segundo determina o Levantamento Sistemático da Produção (LSPA) de agosto de 2023, estimou-se em torno de 18,67 milhões de toneladas colhidas em uma área de 1,28 milhões de hectares. Se comparada com a produção do ano de 2022, que totalizou 18,2 milhões de toneladas, os dados representam um incremento de 2,5%, influenciado pelo aumento da área, que crescerá cerca de 2,2% quanto à sua produtividade, cuja estimativa de aumento é de 1,43%.

A produção brasileira de mandioca está concentrada em dois estados: Pará, na Região Norte, e Paraná, no Sul do Brasil. O primeiro detém a maior área cultivada, em sua grande maioria no sistema de produção familiar, sendo esta destinada, principalmente, a fabricação de farinha para o abastecimento local. A farinha faz parte do hábito alimentar na região, o que gera grande demanda pelo produto, fazendo com que a produção de raízes assuma uma dinâmica particular. Em 2023, o estado deverá ser o responsável por quase 22% da produção brasileira de mandioca (CONAB, 2023).

Com relação ao mercado internacional, o crescimento das exportações já é uma realidade e apresenta boas perspectivas de desenvolvimento, mesmo com as incertezas cujo a

despadronização e risco de contaminação, uma vez que existe a possibilidade de atendimento da demanda de países cujo mercado para o tucupi não está fidelizado (EMBRAPA, 2018).

3.2 Processo de obtenção do tucupi

Uma das formas mais comuns de utilização das raízes de mandioca é na produção de farinhas que, em uma de suas etapas de produção, resulta numa substância líquida amarelada chamada manipueira. O tucupi é obtido durante a fabricação da farinha, no qual as raízes são trituradas e prensadas, fazendo com que seja removido o líquido das raízes, e através da fermentação e cocção esse líquido é transformado no tucupi (CAMPOS et al., 2017).

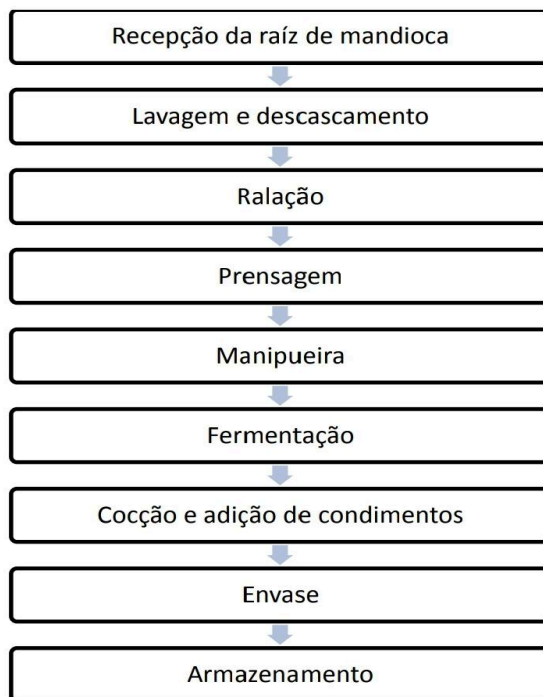
De maneira geral, o tucupi pode ser considerado como o subproduto obtido através da prensa da mandioca. Inicialmente, ao ser descascada a mandioca segue para o corte que facilita seu manuseio, em seguida a mesma é triturada e prensada. O líquido extraído da prensagem da mandioca-brava é chamado de manipueira, o mesmo recebe a designação "tucupi" quando está apto para o consumo, após terem sido realizadas todas as devidas etapas de produção do tucupi. A manipueira extraída é então posta para repousar durante 4 horas para ocorrer a decantação do amido suspenso no líquido. Assim como a mandioca, o seu subproduto fluido é rico em ácido cianídrico, substâncias maléficas ao organismo humano; para que este produto se torne apto para o consumo é necessário que ocorra sua fermentação. Após a devida separação da fase líquida e sólida da manipueira, o líquido é posto para fermentação em temperatura ambiente por, no mínimo, 24 horas (EMBRAPA, 2017).

É necessário que a etapa de fermentação seja realizada de forma adequada e siga os critérios estabelecidos para que o nível de cianeto reduza, significativamente, para que seu consumo seja seguro. Tempos inferiores de fermentação (<24 horas) não são suficientes para que as transformações bioquímicas da manipueira reduzam os níveis de ácido cianídrico a fim de produzir um tucupi com qualidade e segurança para consumo. Após a etapa de fermentação, é necessário ocorrer a fervura do tucupi, nesta etapa são adicionados condimentos da culinária nortista, como a chicória, a cebola-de-cheiro, a salsa e cebolinha, alho e demais. Esta etapa deve ser realizada em no mínimo 40 minutos. Após isto, o tucupi está pronto para ser comercializado e consumido (EMBRAPA, 2017).

Conforme a ADEPARÁ (2008), o tucupi se trata de um alimento produzido a partir das raízes de um tubérculo comumente consumido na Região Norte utilizando processo tecnológico

adequado, ou seja, o tucupi pode ser denominado como subproduto, visto que ele é obtido após a fermentação e cocção da manipueira e somente após este processo que será obtido o tucupi (CAMPOS *et al.*, 2016). De maneira geral, o processamento para elaboração do tucupi segue as etapas dispostas no fluxograma apresentado na Figura 1:

Figura 1 - Fluxograma de etapas de produção do tucupi



Fonte: Campos, 2016

3.3 Características e composição do tucupi

A matéria-prima do tucupi (mandioca) possui grande potencial para ser uma base alimentar, pois ela é a terceira fonte de calorías mais importantes na África, Ásia e América latina (CAMPOS *et al.* 2017). A raiz da mandioca possui uma importante fonte de amido quando se trata de energia, sendo importante ressaltar que suas folhas são fonte de proteínas. Também são ricas em vitaminas A e C, ferro e cálcio (CAMARGO, 2005).

A mandioca possui três categorias de classificação: a) inócuas - possui menos que 50 mg kg⁻¹ de polpa fresca; b) moderadamente tóxicas – entre 50 e 100 mg kg⁻¹ de polpa fresca; e c) perigosamente tóxicas – acima de 100 mg kg⁻¹ de polpa fresca, quando ingerida a mandioca pode causar danos à saúde humana e animal, pois em sua composição ela apresenta

glicosídeos cianogênicos naturais, é válido ressaltar que em derivados o teor máximo aceitável pela Codex Alimentarius Commission (CAC) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS) é de 10 mg kg⁻¹ (AZEVEDO *et al.*, 2022). A toxicidade presente no produto se dá a partir do processamento da mandioca, quando os glicosídeos cianogênicos que estão presentes nas estruturas celulares do tecido vegetal se desligam e liberam HCN (ácido cianídrico). Desligamento que ocorre por meio da enzima linamarase para a hidrólise da linamarin e, assim, se inicia a reação química para formar glicose e cianidrina. E diante da manipueira, ocorre a fermentação natural por meio de bactérias lácticas que produzem aminas biogênicas (tiramina e histamina), que possui grande capacidade de produção de gás (MACIEL *et al.*, 2023).

O Processo enzimático só ocorre entre os valores de pH de 3,5 e 6,0, em vista que o pH exerce grande influência sobre as atividades enzimáticas do tucupi. Por esse motivo a Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ) estabelece na normativa 001/2008 que o modelo padronizado de pH do tucupi seja entre 3,5 e 4,3 (NUNES *et al.*, 2023; ADEPARÁ, 2008). Conforme a mesma, o tucupi não apresenta parâmetros para a presença e limites de cianeto, dado ao fato de ser um produto oriundo da mandioca-brava que possui um teor elevado de ácido cianídrico, é importante considerar o residual de cianeto após o seu processamento (ADEPARÁ, 2008).

Durante o processamento industrial do tucupi, são aplicadas técnicas para a diminuição do princípio tóxico do mesmo, estas técnicas se baseiam em ações de maceração, fervura, torrefação e fermentação das raízes de mandioca. Os problemas de saúde mais comuns associados a dietas ricas em compostos cianogênicos são: hipertireoidismo, konzo (paralisia temporária e/ou permanente) e neuropatia atáxica tropical. Diante do exposto, é imprescindível que o tucupi seja processado de forma que permita o consumo não prejudicial à saúde do consumidor final, estando, também, dentro dos padrões de qualidade e higiene determinados pela legislação (LIMA, 2023; SILVA *et al.*, 2023; NUNES *et al.*, 2023). O tucupi, também, é um subproduto rico em compostos bioativos, sendo fonte de carboidratos, proteínas, gorduras, vitaminas do complexo B e vitamina C, bem como compostos fenólicos, como ácido gálico e ácido ferúlico. No entanto, há poucos estudos que evidenciam tais benefícios, como o fortalecimento da imunidade e melhoria da visão e da pele. Logo, se faz necessário estudos mais aprofundados para comprovar esses possíveis benefícios. Além disso, dependendo da qualidade e condições de produção da mandioca, há uma grande oferta de compostos minerais no tucupi, como potássio, cálcio, ferro, fósforo e magnésio (CARESTO; FLORINDO, 2023).

Outra característica do tucupi, são os carotenóides e β -caroteno, presentes no subproduto, onde os carotenóides são responsáveis pelos pigmentos naturais, como de plantas, frutas, flores, vegetais, fungos e bactérias. São encontrados nas cores do amarelo ao vermelho, devido a variedade de suas estruturas, o que se faz muito utilizado na indústria de alimentos. Também fazem parte da formação da vitamina A e tem ação antioxidante (SILVA *et al.*, 2023). No entanto, ainda que o tucupi seja muito consumido, não há muitos estudos que evidenciem, de forma complexa, os parâmetros de qualidade do mesmo (RAIOL, 2021; POMPEU, 2022; NUNES *et al.*, 2023).

As principais bactérias que estão presentes no processo de fermentação produzem ácido, formando ácido láctico, acético e butírico. As bactérias do ácido láctico fazem parte do grupo de bactérias (BAL), no qual suas características são vistas como bactérias Gram positivas, que não formam esporos, tendo conhecimento que bactérias formadoras de esporos em regra geral são prejudiciais à saúde humana e resultam em patologias como *Clostridium botulinum*, que é o agente patológico causador do botulismo (SILVA *et al.*, 2023). De acordo com Lima (2023, apud NUNES *et al.*, 2023, p. 3), embora a RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 estabeleça padrões microbiológicos acerca da utilização de matérias-primas agrícolas para a elaboração de produtos, a vigilância sobre o processamento do tucupi não é constante, o que gera dúvidas quanto à qualidade do produto disponibilizado em grande quantidade a população.

3.4 Importância do tucupi na culinária amazônica

O tucupi é um elemento fundamental na culinária amazônica, desempenhando um papel distintivo na construção do sabor e identidade dessa região. Originário da mandioca-brava, o tucupi é um líquido amarelo característico com um sabor ácido e amargo que confere um toque singular aos pratos da Amazônia. Seu sabor regional é incorporado em diversas receitas típicas, na qual o "Pato no Tucupi" se destaca, pois utiliza e representa de forma satisfatória o tucupi como ingrediente central. Possui boas qualidades gastronômicas, o tucupi é uma expressão viva da cultura tradicional amazônica, que está enraizada nas tradições culinárias das comunidades locais e dos povos indígenas (AGUIAR, 2022).

Além disto, pode-se destacar que a utilização da mandioca na culinária da Região Norte fomenta a economia através das etapas de produção que constituem o processo de obtenção e distribuição da mandioca e seus subprodutos: goma de tapioca, farinha de mandioca, farinha de tapioca, entre outros. Baseado nisto, compreende-se que, além da produção de tucupi existente

na região amazônica ser muito importante por levar sabor e qualidade ao consumidor, esta produção auxilia também na economia local através da escala produtiva que a envolve (PINHEIRO, 2019).

Por se tratar de um alimento produzido artesanalmente, sua produção se enquadra em um quadro de tradições que são repassada de geração em geração nas famílias da região amazônica e também é responsável por agregar valor a um subproduto antes não aproveitado, o que reduz também os níveis de impactos ambientais gerado pelo descarte indevido de efluente não tratado (BRITO, 2019). Exerce grande importância para a agricultura familiar, visto que muitas comunidades rurais sobrevivem da fabricação de produtos a partir da mandioca, entre elas a farinha e o tucupi. Produção estas feitas por meio de técnicas que possibilitam a alimentação de gerações a partir de um alimento inapropriado, considerado tóxico ao consumo humano (LIMA, 2023; ALVES *et al.*, 2022).

Logo, é necessário compreender que o tucupi não apenas é utilizado como alimento para fonte de nutrição, mas também pode ser considerado um alimento de suma importância para a região que o produz devido sua grande relevância cultural devido seus aspectos originários, tendo em vista que se trata de uma produção que necessita de baixos investimentos e apresenta fácil comercialização (PINHEIRO, 2019).

3.5 Legislação e padronização

Como já foi citado, o tucupi é um alimento produzido artesanalmente e, baseado nisto, entende-se que ocorre uma ausência do Padrão de Identidade e Qualidade sobre as etapas que compõem o processamento do alimento em questão. Com ênfase na grande relevância e importância cultural, alimentar e socioeconômico da produção de tucupi, se faz necessária a existência de parâmetros que assegurem uma produção igualmente do tucupi a fim de garantir um produto padronizado com características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais semelhantes ao final do processo.

Devido a preocupação sobre o consumo da mandioca e seus subprodutos, agências internacionais como a OMS, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Agência de Registro de Substâncias Tóxicas e Doenças (ATSDR) realizaram reuniões a fim de discutir e elaborar soluções inovadoras relacionadas a segurança, qualidade e comercialização destes produtos, assim também como o debate sobre novas diretrizes que objetivam reduzir os teores de ácido cianídrico (MACIEL *et al.*, 2023).

Embora o Brasil seja o país de origem do tucupi, com a finalidade de estabelecer critérios de qualidade e segurança sobre possíveis produtos elaborados em sua região a partir da mandioca, a União Europeia estipulou que o teor máximo de ácido cianídrico deve ser de 50 mg/kg para a raiz da mandioca (fresca, descascada) e para a farinha de mandioca e farinha de tapioca o valor máximo de 10 mg/kg (MACIEL *et al.*, 2023).

A minuta de alteração da lei de nº 6.482 de 17 de setembro de 2002 dispõe sobre a criação da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ). Esta Agência é responsável por regulamentar, inspecionar, coordenar, planejar e executar demais atividades de âmbito agropecuário e rural para garantir qualidade e segurança sobre os produtos manuseados na respectiva Região Norte. A ADEPARÁ, em 24 de junho de 2008, dispõe de Instrução Normativa nº1 que visa estabelecer Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Rotulagem do Tucupi (ADEPARÁ, 2023).

De acordo com a ADEPARÁ (2017), ao abordar sobre a produção do tucupi no Brasil, a Lei nº7.565 de 25 de outubro de 2011 dispõe sobre normas para licenciamento de estabelecimentos processadores, registro e comercialização de produtos artesanais comestíveis de origem animal e vegetal no Estado do Pará, e dá outras providências. Entende-se que o tucupi é um alimento originado na Região Norte e muito consumido nos estados do Amapá, Amazonas e Pará, por isto este alimento se enquadra em todas as características e parâmetros que compõem a respectiva Lei. No art. 2º desta Lei é possível verificar que a produção de alimentos artesanais se baseia na utilização de matérias-primas que carregam consigo características culturais e regionais, obedecendo os parâmetros fixados em regulamento específico para o produto e que seja produzido em escala não-industrial. Ainda é possível verificar, no primeiro parágrafo do respectivo artigo, as matérias-primas passíveis de beneficiamento para produção de alimentos artesanais onde é possível encontrar a mandioca e outros tubérculos inseridos (ADEPARÁ, 2017).

Esta Lei, em seu art. 5º enfatiza que a fiscalização, o licenciamento e registro de estabelecimentos beneficiadores de matérias-primas para a elaboração de produtos artesanais é de responsabilidade dos serviços associados à Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ). Ou seja, baseado neste critério compreende-se que cabe a ADEPARÁ estabelecer parâmetros de produção e avaliativos quanto a elaboração do tucupi, visando estabelecer valores sobre suas características (físico-químicas, microbiológicas e sensoriais) a fim de assegurar sua qualidade final através da padronização das etapas de processamento do

alimento em questão (ADEPARÁ, 2017).

Conforme a Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ) o tucupi é um produto e/ou subproduto obtido da raiz da mandioca, no qual a mesma deverá seguir parâmetros distintos para se enquadrar na legislação, deverá apresentar heterogeneidade, tendo uma fase líquida e outra sólida, podendo apresentar oscilação de cor, variando de amarelo-claro ao amarelo intenso quando homogeneizado, possui o sabor levemente ácido e possui um sabor próprio.

A ADEPARÁ, regida pelo atributo que foi a ela conferida e regulamentada através do Decreto n.º 0392, de 11 de setembro de 2003, que em seu art. 16 dispõe sobre as competências de criação de padronização, qualidade e identidade para produtos vegetais, cria a Instrução Normativa n.º 001/2008, de 24 de junho de 2008. A IN 001/2008 resolve em seu Anexo I a criação da “norma de identidade, qualidade, acondicionamento e rotulagem do tucupi” que visa estabelecer todos os critérios sobre produção de qualidade para o tucupi, baseado na necessidade de atender todos os parâmetros que constituem a elaboração de um produto saudável e seguro, tendo em vista a toxicidade do alimento em questão. Diante disto, pode-se considerar que todos os critérios avaliativos existentes para a formulação de um tucupi que apresente qualidade nutricional e segurança estão dispostos na Instrução Normativa n.º001/2008 (ADEPARÁ, 2008).

É válido ressaltar que, exposto no Anexo I da IN 001/2008 é possível verificar todas as características que atendem ao tucupi, a tabela de características físico-químicas é uma das mais relevantes, pois estabelece valores para parâmetros do tucupi que podem ser posteriormente utilizados sobre o produto acabado para verificar a existência de fraudes e até mesmo contaminações. É estabelecido para o tucupi os seguintes parâmetros:

Tabela 1 - Características físico-químicas do tucupi

Determinação	Mín.	Máx
Sólidos totais (g/100g)	2,5	6,5
pH	3,5	4,3
Acidez total expressa em ácido láctico (g/100mL)	0,1	0,8
Cinzas (g/L)	3,912	-
Açúcares (g/L)	-	15

Fonte: ADEPARÁ, 2008.

Além das características físico-químicas, os parâmetros microbiológicos estabelecidos são também fatores de grande relevância para o controle da distribuição de um alimento isento de contaminação. A IN 001/2008 estabelece os seguintes critérios avaliativos microbiológicos para o tucupi:

Tabela 2 - Características microbiológicas do tucupi

Determinação

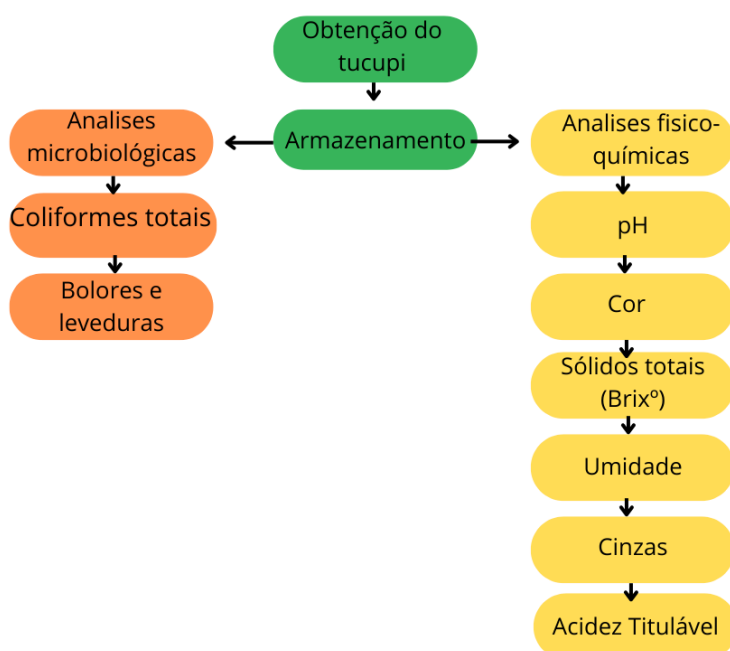
<i>Salmonella spp</i>	Ausente em 25 ml
Coliformes Fecais	NMP < 3/ mL
<i>Staphylococcus</i> Coag. Positivo	< 10 ² UFC/ mL
<i>Bacillus cereus</i>	< 10 ² UFC/ mL

Fonte: ADEPARÁ, 2008.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O respectivo trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP), nos laboratórios de Tecnologia em Alimentos e Microbiologia, onde as atividades foram realizadas conforme ilustra o fluxograma abaixo:

Figura 2 - Fluxograma de realização das atividades laboratoriais



Fonte: Elaborado pelo autor

4.1 Obtenção do tucupi

Para o prosseguimento das análises e estudos objetivados neste trabalho, foram selecionadas amostras distintas de tucupi obtidas em 3 diferentes feiras localizadas na zona norte, zona no e zona sul da cidade de Macapá-AP, sendo coletadas 2 amostras de fornecedores distintos em cada feira, resultando no total de 6 amostras de tucupi para os posteriores estudos, sendo as amostras 1 e 2 da feira A localizada na zona norte, 3 e 4 da feira B localizada na zona central e 5 e 6 da feira C localizada na zona sul. Após sua obtenção, as amostras foram armazenadas sob temperatura de refrigeração nos próprios recipientes de comercialização (garrafa PET) durante dois dias, em seguida foram congeladas por 7 dias e, por fim,

descongeladas para posterior realização das análises.

O tempo de armazenamento condiz e retrata as possíveis condições de comercialização do tucupi sobre a qualidade do produto, tendo em vista que os tucupis expostos para comercialização permanecem disponíveis aos consumidores até o momento de sua venda, sem controle sobre as condições de armazenamento durante o período de comercialização. Para expressar os resultados, as amostras 1 e 2 são representadas por 1ZN e 2ZN, as amostras 3 e 4, 3ZC e 4ZC e as amostras 5 e 6, 5ZS e 3ZS, onde as siglas representam as localidades das amostras obtidas. As figuras abaixo ilustram o momento da obtenção do tucupi:

Figura 3 - Obtenção do tucupi, onde a imagem A corresponde às amostras da zona norte, a imagem B as amostras da zona central e a imagem C as amostras da zona sul.



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Análises físico-químicas do Tucupi

Foram realizadas análises físico-químicas no tucupi em triplicata, conforme a metodologia estabelecida por Lutz (2008), com exceção da análise que fora realizada em balança analisadora de umidade por infravermelho, estimando-se conforme a perda de peso do material submetido ao aquecimento, conforme o método IAL (2008).

A determinação do pH das amostras foi realizada de forma direta com o auxílio de pHmetro digital (MS TECNOPON modelo mPA210).

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado através da incineração da amostra em mufla regulada para 550 °C, sendo estabelecido seu valor até atingir peso constante. Por se tratar de uma amostra líquida, foi necessário realizar a evaporação prévia da amostra em estufa durante 1 hora e 30 minutos sob temperatura de 105 °C.

A acidez total titulável foi determinada através da titulação da amostra com solução de hidróxido de sódio (NaOH) devidamente padronizada, entretanto, por se tratar de uma amostra turva e com acentuada coloração, é improvável que o ponto de viragem na titulação ácido-base possa ser visualizado conforme a mudança de coloração. Neste caso, para a determinação da acidez é necessário fazer a determinação através do acompanhamento do pH com auxílio de pH-metro, onde a titulação se dá até que se atinja pH 8,1 ao invés de 7,0, pois em alimentos sempre se titulam ácidos fracos (CECCHI, 2003).

Os sólidos solúveis foram determinados através do refratômetro digital de bancada Marca Bel (Model RMT ABBE) sendo expresso seu resultado em grau Brix (°Brix).

As análises de cor foram realizadas em colorímetro digital (KONICA MINOLTA modelo CR-400), obtendo valores para os eixos cromáticos "L*" que representa a luminosidade (lightness em inglês), "a*" (eixo verde/vermelho) e "b*" (eixo azul/amarelo).

4.3 Análises microbiológicas

Segundo a Instrução Normativa 001/2008, de 24 de junho de 2008, são estabelecidos parâmetros microbiológicos sobre o tucupi. De maneira geral, dentre os possíveis microrganismos contaminantes presentes no tucupi, possibilitou-se realizar as análises de coliformes termotolerantes (*E. coli*) e bolores e leveduras, levando em consideração as características intrínsecas do alimento analisado (tucupi). Apesar da legislação não estabelecer

padrões limites para bolores e leveduras, a contagem dos mesmos foi realizada, pois confere influência na qualidade, a partir da manipulação e condições de tratamento do tucupí, quanto à sua vida de prateleira e também como um indicativo do tempo útil de conservação do produto (SOARES *et al.*, 2022).

Para determinar a presença ou ausência de coliformes termotolerantes, foi realizada análise de *E. coli* através do método da American Public Health Association (APHA) do número provável.

A determinação da análise para contagem de bolores e leveduras em placas foi realizada também conforme o método APHA.

4.4 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram tratados por análise de variância (ANOVA) e o Teste de Tukey foi usado para verificar diferenças estatísticas entre as amostras, ao nível de 5% de significância, utilizando o software Assistat versão 7.7.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises físico-químicas

Os resultados das análises realizadas sobre as 6 diferentes amostras de tucupi podem ser verificados na Tabela 1, tendo como referência os padrões estabelecidos sobre a respectiva Instrução Normativa 001/2008 que rege todas as características do produto em questão.

Tabela 3 - Resultados das análises de cinzas, umidade, pH, acidez titulável e Sólidos solúveis totais (°Brix).

Amostras	Cinzas (%)	Umidade (%)	pH	Acidez titulável (expressa em ácido láctico) (%)	Sólidos solúveis totais (°Brix)
1 ZN	2.12 ^b ± 0,29	93,18 ^c ± 1,10	3,36 ^b ± 0,11	1,46 ^e ± 0,01	7,53 ^b ± 0,05
2 ZN	1.68 ^{c,d} ± 0,13	95,64 ^a ± 1,51	3,23 ^{b,c} ± 0,06	0,40 ^f ± 0,01	3,20 ^e ± 0,1
3 ZC	2.31 ^a ± 0,34	94,92 ^a ± 1,14	3,66 ^a ± 0,15	1,55 ^d ± 0,01	6,06 ^d ± 0,05
4 ZC	1.73 ^c ± 0,15	90,78 ^e ± 1,76	3,06 ^c ± 0,06	2,86 ^a ± 0,02	10,43 ^a ± 0,11
5 ZS	1.64 ^d ± 0,34	91,98 ^d ± 1,57	3,43 ^{a,b} ± 0,06	1,67 ^c ± 0,01	10,36 ^a ± 0,05
6 ZS	1.45 ^e ± 0,14	94,06 ^b ± 1,71	3,43 ^{a,b} ± 0,06	1,92 ^b ± 0,01	6,83 ^c ± 0,05

Valores são média ± desvio padrão. Valores médios em três repetições, em três amostras selecionadas aleatoriamente. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade.

ZN: Zona norte, ZC: Zona central e ZS: Zona sul. Fonte: Elaborado pelo autor.

O teor de cinzas encontrado nas respectivas amostras variou de 1,45% a 2,31%. Estudos feitos por Carvalho *et al.* (2019), também mostram valores aproximados para cinzas numa avaliação de acesso de mandioca para produção de tucupi, que variam de 1,05% a 1,67% de cinzas. Percebe-se que, embora ambos os trabalhos apresentem valores para cinzas inferiores ao estabelecido pela instrução normativa 001/2008, os mesmos apresentam valores semelhantes para o respectivo parâmetro, levando em consideração que o resíduo mineral fixo (cinzas) é utilizado como indicativo de adulteração em casos de valores elevados ao estimado sobre o produto em questão, que corresponde a matéria inorgânica da matéria-prima presente no alimento. Ao realizar a elaboração e avaliação físico-química e microbiológica de tucupi concentrado, Alves *et al.* (2022) obtiveram como teor de cinzas do tucupi líquido 1,07% e 1,04% para tucupi concentrado e justifica que, a razão pela desigualdade no teor de cinzas do tucupi se dá pela presença de condimentos regionais, tendo em vista que o tucupi é um produto artesanal, a adição destes ingredientes ocorre de maneira multiforme. O teor de cinzas do tucupi pode variar também dependendo das características da espécie de mandioca a ser

utilizada, levando em consideração a vasta diversidade presente destas espécies amplamente distribuídas pela Região Norte.

Os valores obtidos para umidade sobre este estudo variaram de 90,78% a 95,64%. Em uma pesquisa de Campos (2019) sobre a otimização de parâmetros tecnológicos para processar o tucupi e estudo da estabilidade do produto foram encontrados os mesmos valores para umidade, que variam em média a 93,91%. Carvalho *et al.* (2019) obteve valores semelhantes para umidade, que variaram de 90,97% a 93,67%. Caresto (2023) ao avaliar as propriedades físico-químicas, história e produção do tucupi obteve valores para umidade que variaram de 92,89% a 93,75%. Nota-se que o teor de umidade do tucupi se apresenta em uma faixa acima de 90%, característica comum e símile de alimentos líquidos.

O valor de pH das 6 amostras analisadas variou de 3,06 a 3,66. Campos (2019) verificou o valor de pH sobre dois tempos distintos de fermentação (após 12 horas e após 24 horas), que apresentaram valores de 4,34 e 3,97 respectivamente. Ao avaliar a influência da fermentação espontânea da manipueira nos perfis de amins bioativas e carotenoides durante a produção de tucupi, Brito *et al.* (2019) acompanharam o valor de pH da manipueira durante seu processo de fermentação até a final conversão em seu produto (tucupi) e obteve como valor de pH final 4,10. Entende-se que os resultados obtidos neste estudo assemelham-se aos valores encontrados por Campos (2019) e Brito *et al.* (2019), onde se salienta que, o principal fator de influência sobre este parâmetro é a etapa de fermentação devido à ação de bactérias lácticas que participam diretamente desta etapa e como resultado de sua presença ocorre a acidificação do meio (tucupi) em consequência da liberação de ácidos orgânicos pela fermentação. Além disto, enfatiza-se que apenas a amostra 3 está conforme o estabelecido pela IN 001/2008.

Quanto à determinação da acidez titulável, é possível verificar que seus resultados variaram de 0,40% a 2,86%. Estudos realizados por Brito *et al.* (2019) mostram, após a fermentação desse subproduto, níveis de acidez titulável de 1,33. Campos (2019) obteve dois diferentes valores para acidez titulável sobre dois diferentes pontos de fermentação: 0,34% e 0,70%. A determinação da acidez titulável é utilizado como indicador de contaminação, pois valores elevados de acidez podem ser resultado da atividade de microrganismos contaminantes que perpetuam a fermentação e implicam na qualidade final do produto (SILVA *et al.*, 2023). Logo, identifica-se que os valores de acidez titulável são distintos e dessemelhantes, o que pode ser justificado devido à falta de controle sobre as etapas de produção e distribuição que, conseqüentemente, resultam em contaminação do produto e, como resultado desta

contaminação, ocorre o perpetuamento da fermentação devido à elevada presença de microrganismos fermentadores, alterando significativamente os valores de acidez. Percebe-se que, no respectivo trabalho, apenas a amostra 2 encontra-se dentro do padrão estabelecido pela IN 001/2008 para acidez titulável.

Quanto à determinação dos sólidos solúveis totais (°Brix), verifica-se que seus resultados variaram de 3,20% a 10,43%. Pode-se encontrar em um estudo de Campos (2019), acerca de 6,50% para sólidos totais, valor médio que se assemelha a faixa de grau Brix do presente estudo, porém Brito *et al.* (2019) obtiveram como valor de grau Brix 9,34% para tucupi. Devido à ausência de valor estabelecido para padronizar o teor de sólidos totais, nota-se uma grande diferença entre os valores obtidos para as amostras neste estudo e os valores encontrados por outros autores, o que pode ser evidenciado devido à falta de controle sobre as etapas de produção do tucupi.

Segundo Oliveira (2012, apud NUNES, 2023, p. 7), um dos possíveis motivos para a desconfiguração sobre os resultados de sólidos totais no tucupi se dá pela despadronização da etapa de fermentação pois durante esta etapa ocorre a hidrólise da lamarina, gerando moléculas de glicose que irão elevar o teor de grau Brix. Outro fator de grande relevância para a determinação do teor de sólidos totais no tucupi é a etapa final de seu processamento, a cocção. De maneira geral, tempos elevados de cocção resultam numa maior concentração dos sólidos através da vaporização da água presente no tucupi, tendo em vista que as etapas de produção do tucupi acontecem de maneira diferente de acordo com as características de cada produtor. Baseado nestes critérios, entende-se que apenas as amostras 2 e 3 se enquadram nos valores estimados de sólidos totais para o tucupi de acordo com a IN 001/2008. A tabela seguinte expressa os resultados obtidos para análise de cor:

Tabela 4 - Resultado da análise de cor

Amostras	L*	a*	b*
1 ZN	38,67 ^a ± 1,84	4,01 ^a ± 0,18	22,43 ^a ± 4,98
2 ZN	38,26 ^a ± 0,13	2,77 ^b ± 0,09	19,20 ^a ± 0,28
3 ZC	38,47 ^a ± 0,26	4,04 ^a ± 0,10	19,32 ^a ± 0,42
4 ZC	37,06 ^a ± 0,51	3,21 ^b ± 0,13	26,26 ^a ± 0,46
5 ZS	19,76 ^a ± 0,26	2,69 ^b ± 0,14	21,87 ^a ± 0,46
6 ZS	18,97 ^a ± 0,39	4,42 ^a ± 0,49	21,83 ^a ± 0,48

Valores são média \pm desvio padrão. Valores médios em três repetições, em três amostras selecionadas aleatoriamente. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor. ZN: Zona norte, ZC: Zona central e ZS: Zona sul

Conforme a análise de cor realizada pelo colorímetro digital (Tabela 2), as seis amostras apresentam colorações do amarelo-claro ao amarelo intenso para a^* e b^* , e com luminosidade brilhante característica do produto para L^* . Apesar da tabela mostrar certa diferença significativa entre as amostras, todas se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação que regem os padrões de conformidade do tucupi (ADEPARÁ, 2008). Ao realizar análises físico-químicas e de quantificação de metemoglobina em tucupis comercializados na Região Metropolitana de Belém/PA, Nunes *et al.* (2023) obtiveram, ao realizar a análise de cor, valores para L^* que variaram de 43,1 a 47,3, para a^* de 0,1 a 3,2 e para b^* de 22,9 a 29,7. Assim como Campos (2016) que, ao realizar o estudo do processo de conversão do tucupi, encontrou para o parâmetro L^* 52,02, para a^* -1,85 e b^* 37,35.

Como já se foi citado, tucupi é um alimento que possui como característica de coloração tons que vão do amarelo claro ao amarelo brilhante e isto é justificado devido a presença de carotenoides, uma classe de pigmentos naturais distribuída sobre frutas, hortaliças, raízes, tubérculos e outros alimentos que são responsáveis pela coloração amarelo-avermelhada (BRITO, 2019). Pode-se verificar que, embora as amostras não apresentem valores semelhantes quanto ao parâmetro L^* , os valores encontrados para o parâmetro b^* são muito aproximados aos valores encontrados por Nunes *et al.* (2023) e Campos (2016). Isto pode ser justificado justamente devido coloração amarelada do tucupi, uma vez que o parâmetro b^* indica a variação de cores no eixo amarelo-azul, onde pode-se verificar que, de acordo com os resultados, todas as amostras se encontram dentro dos parâmetros estimados para a cor do tucupi através das características estipuladas pela IN 001/2008.

5.2 Análise Microbiológica

O resultado da análise microbiológica realizada sobre as amostras de tucupi pode ser analisado na tabela 3:

Tabela 5 - Resultado das análises de Coliformes totais, bolores e leveduras.

Amostras	Coliformes totais (NMP/ml)	Bolores e leveduras (UFC/ml)
1 ZN	< 3	> 1,5 x 10 ⁴ est
2 ZN	< 3	> 1,5 x 10 ⁴ est
3 ZC	< 3	> 1,5 x 10 ⁴ est
4 ZC	< 3	> 1,5 x 10 ⁴ est
5 ZS	< 3	> 1,5 x 10 ⁴ est
6 ZS	< 3	> 1,5 x 10 ⁴ est

ZN: Zona norte, ZC: Zona central e ZS: Zona sul. Fonte: Elaborado pelo autor.

A contagem para coliformes totais e bolores e leveduras, através do tucupi, estão expressas na tabela 3. Onde, por meio da ADEPARÁ (2008), são estabelecidos limites máximos para coliformes termotolerantes em NMP < 3/mL. E, assim, as análises para esse microrganismo do presente trabalho atende as exigências estabelecidas.

Diante à presente análise, pode-se verificar alta contagem para bolores e leveduras, e mesmo havendo realizado várias diluições sobre as amostra (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}), todas foram incapazes de realizar a contagem das colônias nas placas de Petri, devido o crescimento incontável dos microrganismos, o que pode ser evidenciado nos resultados. Ou seja, após a realização das análises de bolores e leveduras, até mesmo nas diluições menos concentradas, a leitura das colônias não pôde ser realizada devido um aumento elevado das mesmas, que ultrapassaram a placa e não foram possíveis serem submetidas a contagem, conforme pode ser evidenciado nas figuras no ANEXOS 1 que remetem a uma amostra de cada região da cidade. Baseado nestes resultados, compreende-se uma grande contaminação existente nas amostras por bolores e leveduras, tendo em vista que o tucupi é um alimento ácido, o que proporciona um ambiente favorável para a contaminação e proliferação destes microrganismos (SILVA *et al.*, 2017). É necessário ressaltar que, devido à ausência de inspeções durante o processamento e distribuição do tucupi, o mesmo acaba se tornando um alimento de fácil contaminação.

Lima (2023) ao realizar a avaliação físico-química e microbiológica de tucupis comercializados em supermercados da cidade de Belém-PA obteve para a contagem de bolores e leveduras valores que alteraram entre $3,0 \times 10^5$ a $5,9 \times 10^6$ UFC/ml. Ao realizar a avaliação da qualidade físico-química e microbiológica dos tucupis comercializados em Santarém-PA, Soares *et al.* (2022) obtiveram para contagem total de bolores e leveduras valores que variaram de $1,7 \times 10^3$ a $6,9 \times 10^2$ UFC/ml. Embora a ADEPARÁ não estabeleça o limite máximo para bolores e leveduras em tucupi, é necessário que este produto atenda aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação federal, principalmente caso o tucupi seja definido como uma bebida fermentada, onde é estabelecido pela Resolução RDC nº 12/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o limite máximo de 103 UFC/mL para bebidas fermentadas (LIMA, 2023). Logo, pode-se verificar uma grande diferença existente quanto aos valores de contaminação por bolores e leveduras sobre os autores consultados e os resultados obtidos no respectivo trabalho. É válido ressaltar que, a elevada presença de bolores e leveduras indica falhas no processamento ou armazenamento do produto, levando em consideração que tal contaminação acelera a velocidade de deterioração do produto, além do risco da presença de micotoxinas, o que oferece riscos à saúde do consumidor, indicando também que as amostras possivelmente foram produzidas sem a implementação das boas práticas de fabricação (SOARES *et al.*, 2022).

Durante a produção do tucupi, todas as etapas podem ser consideradas críticas quanto a possibilidade de contaminação, tendo em vista a ausência do controle higiênico-sanitário sobre as respectivas etapas. Ao decorrer de todo o processamento de obtenção do tucupi, a etapa de envase pode ser considerada uma das mais críticas quanto a determinação da qualidade deste produto devido a falta de padronização sobre as embalagens, onde o envase e comercialização do tucupi acontecem em garrafas PET. É necessário ressaltar que, grande parte destas garrafas são reutilizadas sem qualquer processo de descontaminação e/ou esterilização que vise diminuir a carga microbiana existente nestas garrafas, uma vez que estas podem ser consideradas fontes de contaminação ao produto a ser envasado, o que justifica as possíveis contaminações presentes sobre as amostras de tucupi analisadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos resultados das análises realizadas no respectivo trabalho e aos comparativos realizados com valores encontrados por outros autores, pode-se verificar que, mesmo apresentando poucas características em comum, ainda sim é notória a discrepância existente que envolve a escala produtiva do tucupi, o que resulta em um alimento sem padronização e de fácil contaminação, mesmo existindo padrões que regulamentam o mesmo através da Instrução Normativa n.º 001/2008. A falta de padronização resulta numa desconformidade dos valores estimados sobre as características físico-químicas e microbiológicas do tucupi acabado, uma vez que são necessários que os mesmos estejam de acordo pelo estabelecido para ser considerado um alimento seguro, saudável e apto para o consumo humano levando em consideração a grande diversidade de espécies da matéria-prima que produz o tucupi, o que representa características intrínsecas e físico-químicas distintas devido a grande variabilidade genética das espécies utilizadas para a fabricação do tucupi.

Por se tratar de um alimento produzido de modo artesanal, é válido ressaltar que o mesmo está sujeito a vários riscos de contaminação devido à ausência de um controle higiênico-sanitário que vise a segurança do produto. Um destes fatores pode ser verificado de maneira explícita durante a comercialização do tucupi, que em sua maioria acontece em garrafas PET reutilizadas sem nenhum tipo de tratamento que vise sua descontaminação, a fim de evitar que a embalagem contamine o produto a ser envasado.

Diante disto, conclui-se que é de extrema necessidade a implementação das fiscalizações ocorrentes sobre a produção de tucupi na Região Norte devido à grande popularidade e consumo deste alimento, uma vez que se trata de um alimento isento de padronização quanto ao seu processamento.

REFERÊNCIAS

ABREU, Laura Figueiredo. Estudo de método alternativo para quantificação de resíduos de compostos cianogênicos em farinha, tucupi e maniva produzidos em unidades de processamento da Amazônia Legal. **Embrapa Amazônia Oriental**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.gov.br/busca-de-projetos/-/projeto/208316/estudo-de-metodo-alternativo-para-quantificacao-de-residuos-de-compostos-cianogenicos-em-farinha-tucupi-e-maniva-produzidos-em-unidades-de-processamento-da-amazonia-legal>. Acesso em: 28 fev. 2024.

ADEPARÁ. Aprova norma de identidade, qualidade, acondicionamento e rotulagem do tucupi. **Diário Oficial do Estado do Pará, Poder Executivo**, Belém-PA, 24 jun. 2008. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/6633377/pg-7-executivo-3-diario-oficial-do-estado-do-par-a-doepa-de-26-06-2008/pdfView>. Acesso em: 22 jan. 2023.

ADEPARÁ. **Estabelecimentos registrados na gerência de produtos artesanais**: Pará, 2017. Disponível em: <https://www.adepara.pa.gov.br/estabelecimentos-registrados-na-gerencia-de-produtos-artesanais#rodapé>. Acesso em: 24 jan. 2024.

ALVES, Thalita Caroline Lima *et al.* Elaboração e avaliação físico-química e microbiológica de tucupi concentrado. VI SEMEALI - UFAM Semana Acadêmica de Engenharia de Alimentos, 2022, Amazonas. **Anais**. Amazonas: UFAM, 2022. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/587634.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2024.

AOAC (1997). **Association of official analytical chemists**. Official Methods of Analysis of the AOAC international.

BRASIL. Lei n. 6.482, de 17 de setembro de 2002. Minuta de alteração. **Dispõe sobre a criação da Agência da Defesa Agropecuária do Estado do Pará - ADEPARÁ e dá outras providências**. Assembleia legislativa do estado do Pará, Pará, 2002. Disponível em: https://www.adepara.pa.gov.br/sites/default/files/MINUTA_DE_ALTERA%C3%87%C3%83O_DA_LEI_N6482_2002_86993%20-%20CRIACAO_DA_ADEPARA_04-03-2023.pdf. Acesso em: 23 dez. 2023.

BRASIL. Lei n. 11.892 de 28 de dezembro de 2008. **Institui a rede federal de educação profissional, científica e tecnológica, cria os institutos federais de educação, ciência e tecnologia e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: 30 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Um novo modelo de educação profissional e tecnológica: concepções e diretrizes**. Brasília, DF: MEC, 2010. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=6691-if-concepcaoediretrizes&category_slug=setembro-2010-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 06 fev. 2024.

BRITO, B. N. C. **Aminas bioativas, bactérias lácticas e b-caroteno durante o processamento do tucupi**. [s.l.]. 107f. Tese de doutorado (Ciência e Tecnologia de alimentos)

Universidade Federal do Pará. Pará. 2019. Disponível em:
<https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/15272>. Acesso em: 06 fev. 2024.

CAMARGO, M. T. L. A. (2005). Estudo etnobotânico da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz - Euphorbiaceae) na diáspora africana. **Anais do Seminário de Gastronomia em Gilberto Freyre**, Recife. Disponível em:
<https://www.yumpu.com/pt/document/view/13649376/estudo-etnobotanico-damandioca-fundacao-gilberto-freyre>. Acesso em: 10 fev. 2024.

CAMPOS, Ana Paula Rocha; CARMO, Juliana Rodrigues do; MATTIETTO, Rafaella de Andrade.; CARVALHO, Ana. Vânia. Caracterização físico-química do tucupi durante as etapas de processamento. **Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2017. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1062066/caracterizacao-fisico-quimica-do-tucupi-durante-as-etapas-de-processamento#:~:text=Para%20as%20caracter%3%ADsticas%20f%C3%ADsicas,%20para%20os%20estabelecimentos>. Acesso em: 06 fev. 2024.

CAMPOS, Ana Paula Rocha; CARVALHO, Ana Vânia.; MATTIETTO, Rafaella Andrade (2016). Efeito da fermentação e cocção nas características físico-químicas e teor de cianeto durante o processamento de tucupi. Belém, PA: **Embrapa Amazônia Oriental**. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1054679/efeito-da-fermentacao-e-coccao-nas-caracteristicas-fisico-quimicas-e-teor-de-cianeto-durante-o-processamento-de-tucupi>. Acesso em: 06 fev. 2024.

CAMPOS, Ana Paula Ramos *et al.* Caracterização físico-química do tucupi durante as etapas de processamento. Belém, PA: **Embrapa Amazônia Oriental**. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1062066/caracterizacao-fisico-quimica-do-tucupi-durante-as-etapas-de-processamento>. Acesso em: 06 fev. 2024.

CAMPOS, Ana Paula Ramos. **Estudo do processo de conservação do tucupi**. 87f. Tese de mestrado (Ciência e tecnologia de alimentos) Universidade Federal do Pará, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157723/1/Dissertacao-Final.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2024.

CAMPOS, Ana Paula Ramos.; MATTIETTO, Rafaella Andrade.; CARVALHO, Ana Vânia. **Otimização de parâmetros tecnológicos para processar o tucupi e estudo da estabilidade do produto**. 2019. Pós-graduação (Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, 2019. Disponível em:
http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612019000200365. Acesso em: 06 jan. 2024.

CARDOSO, Igor Feijão *et al.* Cianeto livre em amostras de tucupi comercializadas em Santarém-PA, Brasil. **Diversitas Journal**, 2022, v. 7, n. 3, p. 1182 – 1189, set., 2002. Disponível em:
https://www.google.com/search?q=Cianeto+livre+em+amostras+de+tucupi+comercializadas+em+Santar%C3%A9m-PA%2C+Brasil.&rlz=1C1GCEA_enBR1045BR1046&oq=Cianeto+livre+em+amostras+de+tucupi+comercializadas+em+Santar%C3%A9m-PA%2C+Brasil.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzUwOWowajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-

8. Acesso em: 02 jan. 2024.

CARVALHO, Ana Vânia *et al.* Avaliação de acessos de mandioca para produção de tucupi. Belém: **Infoteca - Embrapa**, 2019. 17p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1109388>. Acesso em: 07 jan. 2024.

CECCHI, Heloisa Máscia. **Fundamentos Teóricos E Práticos Em Análises De Alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003. 206p.

CONAB. Histórico mensal de mandioca. 2023 [online]. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/download/49768_7c39b48bd19d0c496b6898790e7420f2. Acesso em: 28 fev. 2024.

COSTA, Telma dos Santos. **Estudo do processo de concentração do tucupi e da elaboração de produtos a base de tucupi concentrado**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará. Belém, p. 121. 2016. Disponível em: <https://www.ppgcta.proesp.ufpa.br/ARQUIVOS/teses/TELMA%20DOS%20SANTOS%20COSTA.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2023.

EMBRAPA. Embrapa Amazônia Oriental: Pesquisadoras estabelecem maneiras seguras de produzir o tucupi. YouTube, 01 de agosto de 2017. 03min. Disponível em: <https://youtu.be/T3M5ws7Saos?feature=shared>. Acesso em: 22 nov. 2023.

GLÄNZEL, Wolfgang; LETA, Jacqueline; THIJIS, Bart. Science in Brazil. Part 1: A macro-level comparative study. **Scientometrics**, Budapest, v. 67, n. 1, p. 67-86, 2006. Disponível em: DOI: 10.1556/Scient.67.2006.1.5. Acesso em: 23 nov. 2023.

LIMA, Moises Felipe Teixeira. **Avaliação físico-química e microbiológica de tucupis comercializados em supermercados da cidade de Belém-PA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Nutrição) - Faculdade de Nutrição, Universidade Federal do Pará. Pará, p. 29. 2023. Disponível em: https://bdm.ufpa.br/bitstream/prefix/6185/1/TCC_AvaliacaoFisicoQuimica.pdf. Acesso em: 05 fev. 2024.

MACIEL, Alana Coelho *et al.* Riscos da exposição a saúde e biorremediação de cianeto em efluentes de processamento de mandioca. **Jornal de Engenharia de Processos de água**, jul., 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714423005998?via%3Dihub>. Acesso em: 2 dez. 2023.

Nunes, Carolina Beatriz Freitas *et al.*. Análises físico-químicas e de quantificação de metemoglobina em tucupis comercializados na Região Metropolitana De Belém/PA. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 12, 2023. Disponível em: [file:///C:/Users/diego/Downloads/43845-Article-461938-1-10-20231113%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/diego/Downloads/43845-Article-461938-1-10-20231113%20(1).pdf). Acesso em: 05 fev. 2024.

OLIVEIRA, Luciana Alves de *et al.* Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Teor e

caracterização do amido de genótipos de mandioca em diferentes idades de colheita. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, p. 40, 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1158317/1/BoletimPesquisa148-Luciana-AINFO.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2023.

PINHEIRO, Francisca de Souza. **O tucupi da amazônia: Contribuições culturais no processo de ensino-aprendizagem na formação do técnico em agropecuária**. Dissertação (Pós-graduação) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, p. 81. 2019. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/5599/2/2019%20-%20Francisca%20de%20Souza%20Pinheiro.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2024.

POMPEU, Darly Rodrigues. **Farinha de mandioca (*mahihot esculenta*) e tucupi: Uma abordagem analítica utilizando espectroscopia no infravermelho próximo (nirs) e ferramentas quimiométricas**. [s.l.] Tese de doutorado de Curso (Doutor em ciência e tecnologia de alimentos) - Faculdade de ciência e tecnologia de alimentos, Universidade Federal do Pará. Pará, p. 116. 2022. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/16172/1/Tese_FarinhaMandiocaTucupi.pdf. Acesso em: 05 fev. 2024.

RAIOL, Jessica Agnes Gaignoux. **Usos, propriedades físico-químicas, nutricionais e tecnologias do tucupi: Uma revisão**. [s.l.] Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Nutrição) - Faculdade de Nutrição, Universidade Federal do Pará. Pará, p. 47. 2021. Disponível em: https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/bitstream/prefix/5913/1/TCC_UsosPropriedadesFisico.pdf. Acesso em: 05 fev. 2024.

SILVA, Ana Paula Rocha *et al.* Tucupi: Uma revisão de usos, propriedades físico-químicas, nutricionais e tecnologias. **Revista Brasileira De Desenvolvimento**, v. 9, n. 5, p. 17467-17487, mai., 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/issue/view/130>. Acesso em: 06 jan. 2024.

SILVA, Neusely da *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. São Paulo: Livraria Varela, 2010. 624p.

Soares, Enza Luana de Vasconcelos. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica dos tucupis comercializados em Santarém-Pa. **Editora científica digital**, v. 3, p. 212-222, mai. 2022. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220308412.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2024.

VIEIRA, Ima Célia Guimarães *et al.* Bertha Becker e a Amazônia. In: **Biblio 3W: Revista Bibliográfica de Geografia y Ciencias Sociales**. Barcelona, v.19, n.4, 25 dez. 2014. Disponível em: <https://revistes.ub.edu/index.php/b3w/article/view/26597>. Acesso em: 12 dez. 2023.

WAGNER, Caroline. S.; KIM, Dae Joong. The Price of Big Science: saturation or abundance in Scientific Publishing? **Policy and Complex Systems**, v.1, n.1, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283388238_he_Price_of_Big_Science_Saturation_or_Abundance_in_Scientific_Publication. Acesso em: 06 jan. 2024.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6598416/mod_resource/content/1/Livro%20Robert%20Yin.pdf. Acesso em: 20 dez. 2023.

ANEXOS

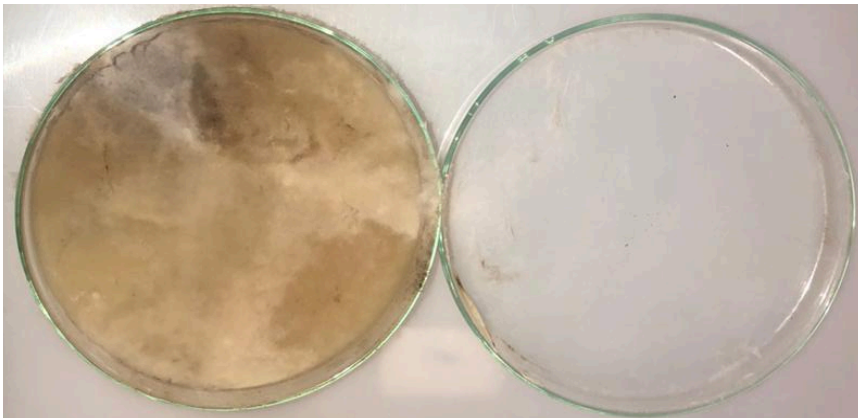
ANEXO 1 - ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Figura 6 - Amostra da Zona Norte - diluição 10^{-1}



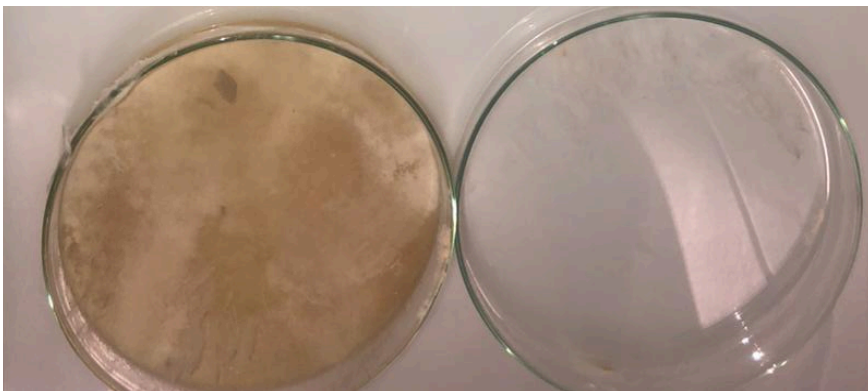
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7 - Amostra da Zona Norte - diluição 10^{-2}



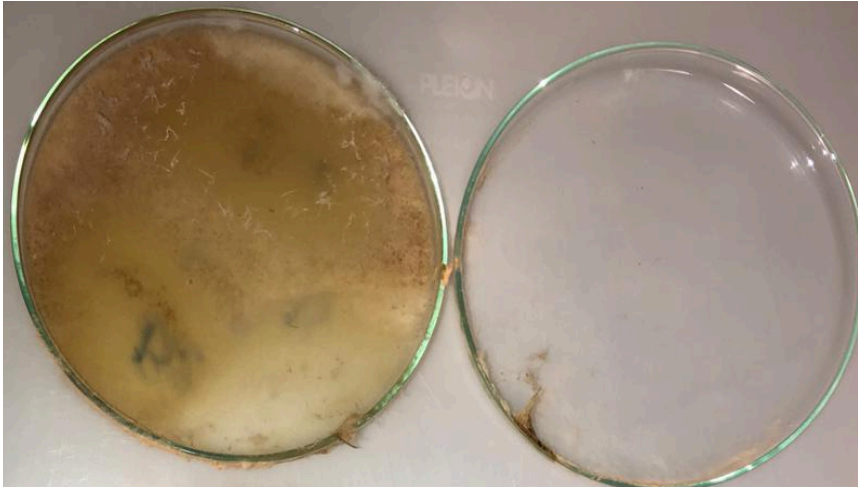
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 - Amostra da Zona Norte - diluição 10^{-3}



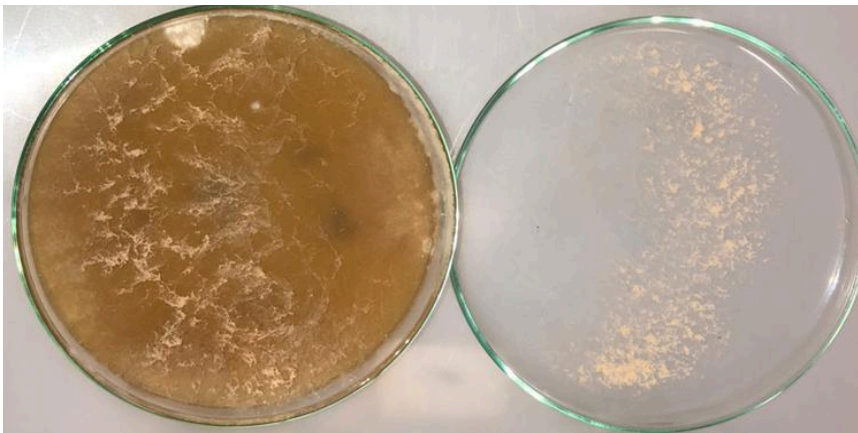
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9 - Amostra Zona Sul - diluição 10^{-1}



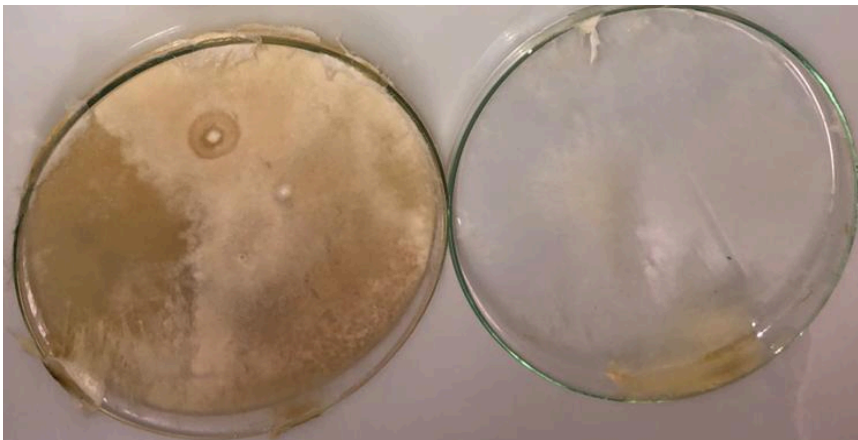
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10 - Amostra Zona Sul - diluição 10^{-2}



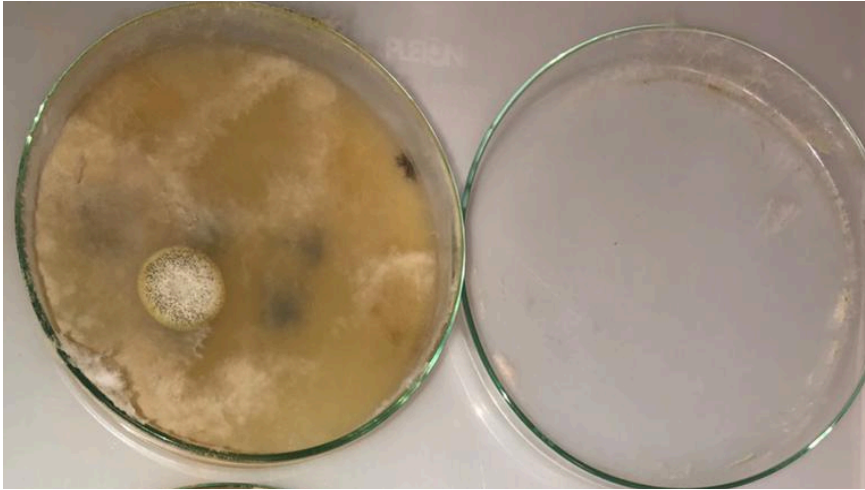
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 - Amostra Zona Sul - diluição 10^{-3}



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 - Amostra Zona Central - diluição 10^{-1}



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13 - Amostra Zona Central - diluição 10^{-2}



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 - Amostra da Zona Central - diluição 10^{-3}



Fonte: Elaborado pelo autor

ANEXO 2 - ANÁLISES DE VARIÂNCIA (ANOVA)

Tabela 1 - ANOVA para análise de acidez dos tucupi obtidos em feiras livres de Macapá-Ap

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado	P-Valor
Tratamentos	5	9.44652	1.88930	9716.4171	0.0001
Resíduos	12	0.00233	0.00019		
Total ss	17	9.44885			

Tabela 2 - ANOVA para análise de cinzas dos tucupi obtidos em feiras livres de Macapá-Ap

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado	P-Valor
Tratamentos	5	1.57227	0.31445	395.8154	0.0001
Resíduos	12	0.00953	0.00079		
Total ss	17	1.58180			

Tabela 3 - ANOVA para análise de pH dos tucupi obtidos em feiras livres de Macapá-Ap

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado	P-Valor
Tratamentos	5	0.62000	0.12400	14.8800	0.0001
Resíduos	12	0.10000	0.00833		
Total ss	17	0.72000			

Tabela 4 - ANOVA para análise de umidade dos tucupi obtidos em feiras livres de Macapá-Ap

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado	P-Valor
Tratamentos	5	50.05403	10.01081	116.3746	0.0001
Resíduos	12	1.03227	0.08602		
Total ss	17	51.08629			

Tabela 5 - ANOVA para análise de brix dos tucupi obtidos em feiras livres de Macapá-Ap

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado	P-Valor
Tratamentos	5	113.27611	22.65522	3707.2182	0.0001
Resíduos	12	0.07333	0.00611		
Total ss	17	113.34944			

Tabela 6 - ANOVA para análise de cor (Intensidade de vermelho +a*) dos tucupi obtidos em feiras livres de Macapá-Ap

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado	P-Valor
Tratamentos	5	7.98938	1.59788	31.2017	0001
Resíduos	12	0.61453	0.05121		
Total ss	17	8.60391			

Tabela 7 - ANOVA para análise de cor (Intensidade de amarelo +b*) dos tucupi obtidos em feiras livres de Macapá-Ap

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado	P-Valor
Tratamentos	5	99.64509	19.92902	0.1995	0.9566
Resíduos	12	1198.68740	99.89062		
Total ss	17	1298.33249			

Tabela 8 - ANOVA para análise de cor (Luminosidade L*) dos tucupi obtidos em feiras livres de Macapá-Ap

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F calculado	P-Valor
Tratamentos	5	1411.87058	282.37412	1.9411	0.1608
Resíduos	12	1745.67747	145.47312		
Total ss	17	3157.54805			